



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 41 430 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 M 1/12**  
H 02 M 1/08

②① Aktenzeichen: 197 41 430.3  
②② Anmeldetag: 19. 9. 97  
④③ Offenlegungstag: 1. 4. 99

DE 197 41 430 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Geiger, Robert, Dipl.-Ing., 82431 Kochel, DE

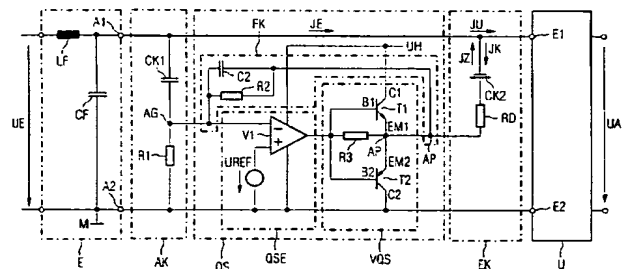
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 36 12 380 C2  
GB 22 48 981 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Schaltungsanordnung und Verfahren zur Unterdrückung störender Rückwirkungen eines Umrichters

⑤⑦ Zur Unterdrückung störender Rückwirkungen von einem Umrichter auf eine mit den Eingängen des Eingangskreises verbundenen Spannungsquelle werden zur aktiven Kompensation eines negativen differentiellen Eingangswiderstandes eines Umrichters ein in den Umrichter fließender Strom überwacht und ein überhöhter Stromanteil über eine Senke abgeleitet oder ein zu geringer Strom in den Umrichter aus einer Quelle ergänzt.



DE 197 41 430 A 1

Geregelte Stromversorgungseinheiten neigen zu Schwingungen. Dies hat seine Ursache darin, daß eine den Zusammenhang zwischen Eingangsspannung und Eingangsstrom wiedergebende Kennlinie des Schaltungsteils, in welchem die Regelung stattfindet, bereichsweise eine negative Steigung aufweist. Zur Veranschaulichung dieses Phänomens sei ein verlustfreier oder verlustarmer Umrichter betrachtet: Wenn die Ausgangsspannung bei gegebenem Lastwiderstand auf einen Sollwert geregelt wird, der Lastwiderstand also eine von einer Eingangsspannung unabhängige konstante Leistung aufnimmt, ist das Produkt der Eingangsspannung und dem Eingangsstrom des geregelten Schaltungsteils dieser Leistung proportional, also ebenfalls eine Konstante. Das hat zur Folge, daß der Eingangsstrom mit zunehmender Spannung kleiner wird und umgekehrt, daß der differentielle Eingangswiderstand des geregelten Schaltungsteils bereichsweise negativ ist. In demjenigen Bereich der Eingangsspannung, in dem die von diesem Schaltungsteil aufgenommene Leistung im wesentlichen konstant ist, hat die Strom-Spannungskennlinie hyperbolischen Verlauf, so daß der Steigung dieser Kennlinie entsprechende negative differentielle Eingangswiderstand am kleinsten ist, wenn die Eingangsspannung den kleinsten Wert hat, bei dem eine einwandfreie Regelung des Stromversorgungsgerätes noch möglich ist.

Geregelte Stromversorgungseinheiten der in Frage stehenden Art besitzen als Eingangskreis eine Siebschaltung zur Unterdrückung störender Rückwirkungen auf das speisende Netz. Dieser Eingangskreis besteht aus wenigstens einer Längsinduktivität und wenigstens einer Querkapazität. Diese beiden Schaltungselemente, deren Größen durch eine Forderung nach einer ausreichenden Siebwirkung bestimmt sind, stellen ein schwingungsfähiges Gebilde dar, das im Zusammenhang mit dem erwähnten negativen Eingangswiderstand des geregelten Schaltungsteils zu selbständigen Schwingungen angeregt werden kann. Eine Untersuchung der Stabilitätsbedingungen zeigt, daß Schwingungen dann auftreten können, wenn der Quotient aus dem Wert der Induktivität und dem Produkt von Kapazität und der Summe der beteiligten ohmschen Widerstände sowie einem Innenwiderstand einer Spannungsquelle und dem Reihenersatzwiderstand der Kapazität größer ist als der Betrag des negativen Eingangswiderstandes des geregelten Schaltungsteils. Diese Bedingung gilt mit guter Annäherung dann, wenn das Produkt aus den genannten ohmschen Widerständen klein ist im Vergleich zu dem Quotienten aus der Induktivität der Längsinduktivität und der Kapazität der Querkapazität. Das bedeutet umgekehrt, daß ein stabiler Betrieb gewährleistet ist, wenn die Summe der genannten ohmschen Widerstände größer ist als der Quotient aus Induktivität und dem Produkt von Kapazität und Betrag des negativen Eingangswiderstandes. Für letzteren ist der im praktischen Betrieb mögliche Minimalwert einzusetzen, der dem Quotienten aus kleinstmöglicher Eingangsspannung und größtmöglichem Eingangsstrom entspricht. Diese Beziehung legt es nahe, das Problem der Beseitigung unerwünschter Schwingungen dadurch zu lösen, daß die Kapazität der Siebschaltung und/oder des in Reihe wirksamen ohmschen Widerstandes vergrößert wird. Durch diese Maßnahme wird der mit der Siebschaltung gebildete Parallelkreis derart verstimmt und/oder gedämpft, daß die erwähnte Stabilitätsbedingung erfüllt ist.

Die Vergrößerung der wirksamen Kapazität kann vorzugsweise dadurch erreicht werden, daß dem vorhandenen hochwertigen Impulsspeicherkondensator der Siebschaltung ein Elektrolytkondensator hoher Kapazität parallel geschaltet wird. Für moderne Stromversorgungsgeräte mit

Umrichtern sehr hoher Leistung sind die beschriebenen Maßnahmen zur Beseitigung der Schwingung jedoch ungeeignet, da eine zusätzliche Kapazität aufgrund von einem fehlenden freien Platz auf einer Stromversorgungsplatine nicht angeordnet werden kann.

Die Vergrößerung eines in Reihe zur Querkapazität wirkenden Widerstandes ist bei Hochleistungsumrichtern zwar grundsätzlich anwendbar, führt jedoch zu einer unannehmbar hohen Verlustleistung in diesem Widerstand. Eine hohe Verlustleistung bringt einerseits das Problem mit sich, die in relativ kleinem Volumen entstehende Verlustwärme zu beseitigen, andererseits verschlechtert sie den Wirkungsgrad nicht unerheblich, womit ein wichtiger Vorteil moderner Umrichter-Schaltungstechnik zunichte gemacht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren anzugeben, mit denen Schwingungen von einem geregelten Umrichter oder vom Eingangskreis vermieden werden.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und 10 gelöst.

Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, daß ein ohmscher Widerstand in Serie zur Filterinduktivität der Siebschaltung vermieden wird.

Die Erfindung bringt den weiteren Vorteil mit sich, daß nur ein geringer Platzbedarf zur Unterbringung zusätzlicher Schaltungskomponenten benötigt wird.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Weitere Besonderheiten der Erfindung werden aus der nachfolgenden, näheren Erläuterung eines Ausführungsbeispiels anhand von Zeichnungen ersichtlich.

Es zeigen:

**Fig. 1** ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur aktiven Kompensation eines negativen differentiellen Eingangswiderstandes bei Gleichspannungs-/Gleichspannungs-Umrichtern und

**Fig. 2** einen Stromlaufplan einer Schaltungsausgestaltung dieses Blockschaltbildes.

Das in **Fig. 1** gezeigte Blockschaltbild besteht im Wesentlichen aus einem Eingangsfilter E, einem Umrichter U und einer zwischen den genannten Komponenten angeordneten Schaltungseinheit QS zur aktiven Kompensation eines negativen differentiellen Eingangswiderstandes des Umrichters U. Die aktive Kompensation findet in der Schaltungsanordnung in der Art und Weise statt, daß ein in den Umrichter U fließender Strom überwacht wird und ein überhöhter Stromanteil über eine Senke, die durch ein Massepotential M gebildet wird, abgeleitet und ein zu niedriger Strom in den Umrichter U aus einer Quelle, die nachfolgend als Hilfsspannungsquelle UH bezeichnet ist, ergänzt wird. Ausgehend vom Eingangsfilter E ist die Schaltungsanordnung QS zwischen einer Auskoppereinheit AK und einer Einkoppereinheit EK angeordnet. Die Eingänge des Eingangsfilters E sind mit einer Spannungsquelle UE verbunden. Am Ausgang des Umrichters U liegt eine Ausgangsspannung UA an.

In **Fig. 2** ist ein Stromlaufplan des in **Fig. 1** dargestellten Blockschaltbildes wiedergegeben. Das Eingangsfilter E ist aus einer Längsinduktivität LF und einer zwischen den Ausgängen A1, A2 des Eingangsfilters E angeordneten Querkapazität CF gebildet. Die Ausgänge A1, A2 des Eingangsfilters E sind mit den Eingängen E1, E2 eines als getakteter Gleichspannungs-/Gleichspannungs (DC/DC)-Umrichter ausgebildeten Umrichters U verbunden. Parallel zu den Ausgängen A1, A2 des Eingangsfilters E ist eine aus einer Reihenschaltung gebildete Auskoppereinheit AK, bestehend aus einem Auskoppelkondensator CK1 und einem ersten Widerstand R1 angeordnet. Die mit QS bezeichnete Schal-

tungseinheit ist in eine Entscheidungseinheit QSE, eine Verstärkereinheit VQS und eine Frequenzgangkorrektureinheit FK untergliedert.

Ein erster Eingang eines Operationsverstärkers V1 zur Verstärkung und Phasenumkehr der Spannungs/Stromwandlung in der Entscheidungseinheit QSE ist mit einem Verbindungspunkt, der zwischen dem Einkoppelkondensator CK1 und dem ersten Widerstand R1 angeordnet ist, verbunden. An einem zweiten Eingang des Operationsverstärkers V1 ist eine Referenzspannungsquelle UREF angeordnet, deren Ausgang mit einem Massepotential M entsprechenden Spannungspotential verbunden ist. Ein Ausgang des Operationsverstärkers V1 ist über einen dritten Widerstand R3, einem Dämpfungswiderstand RD, einem Einkoppelkondensator CK2 mit dem ersten Eingang E1 des Umrichters U verbunden. Der Einkoppelkondensator CK2 dient zur Einkopplung einer Stromeinspeisung IZ oder eines Stromabzugs IK aus bzw. in den in den Umrichter U fließenden Strom IE. Am Ausgang des Operationsverstärkers V1 wird je nach Höhe des am ersten Eingang des Operationsverstärkers V1 anliegenden Spannungspotentials eine Quelle, gebildet durch eine Hilfsspannungsquelle UH oder eine Senke, gebildet durch das Massepotential M entsprechenden Spannungspotential, an den Ausgang angelegt. Der erste Ausgang A1 des Eingangsfilter E ist mit dem ersten Eingang des Umrichters U verbunden, der zweite Ausgang A2 des Eingangsfilter E ist mit einem zweiten Eingang E2 des Umrichters U verbunden.

Der erste Eingang des Operationsverstärkers V1 ist über die Frequenzgangkorrektureinheit FK, gebildet aus einer Parallelschaltung mit einem Kondensator C2 und einem zweiten Widerstand R2 mit einem Abgriffspunkt AP zwischen dem dritten Widerstand R3 und dem Dämpfungswiderstand RD verbunden. Am Operationsverstärker V1 liegt ausgangsseitig je nach Eingangspotential am ersten Eingang zum einen das Massepotential M und zum anderen das Spannungspotential der Hilfsspannungsquelle UH an. Der Ausgang des Operationsverstärkers V1 ist mit einem Steuereingang B1 eines ersten Schaltelementes T1 und mit einem Steuereingang B2 eines zweiten Schaltelementes T2 verbunden. Der Eingang EM1 der Regelstrecke EM1, C1 des ersten Schaltelementes T1 und der Eingang EM2 der Regelstrecke EM2, C2 des zweiten Schaltelementes T2 ist mit dem Abgriffspunkt AP zwischen dem dritten Widerstand R3 und dem Dämpfungswiderstand RD verbunden. Der Ausgang C1 der Regelstrecke EM1, C1 des ersten Schaltelementes T1 ist mit der Hilfsspannungsquelle UH verbunden. Der Ausgang der Regelstrecke EM2, C2 des zweiten Schaltelementes T2 ist mit dem Massepotential M, das an der Verbindungsleitung zwischen dem zweiten Ausgang A2 des Eingangsfilter E und dem zweiten Eingang E2 des Umrichters anliegt, verbunden.

Mit der dargestellten Realisierung wird bei Aufkommen einer Schwingung im Eingangsfilter E oder im Umrichter U entgegengewirkt. Steigt an der Querkapazität CF die Spannung infolge eines in der Längsinduktivität LF eingepprägten überschüssigen Stromanteils IE, so wird ein dadurch hervorgerufener Spannungsanstieg an der Querkapazität CF über den Einkoppelkondensator CK1 am ersten Eingang des Operationsverstärkers V1 weitergeleitet. Durch einen Spannungsvergleich mit der am zweiten Eingang des Operationsverstärkers V1 anliegenden Referenzspannung UREF wird am Ausgang des Operationsverstärkers V1 das Massepotential M angelegt. Durch das Anlegen des Massepotentials M am Ausgang des Operationsverstärkers V1 wird ein Teil des Stromes, der mit IK bezeichnet ist, über den Einkoppelkondensator CK2, dem Dämpfungswiderstand RD und dem dritten Widerstand R3, an dem in dieser Schaltungsphase

das Massepotential M anliegt, abgeleitet. Überschreitet der abgeleitete Stromanteil IK einen vorbestimmten Wert, so wird, bedingt durch den Stromfluß über den dritten Widerstand R3, der Steuereingang B2 des zweiten Schaltelementes T2 derart angesteuert, daß die Regelstrecke EM2, C2 des zweiten Schaltelementes T2 direkt mit dem Massepotential M verbunden ist und der Gesamtwiderstand R3, RD wird um den Widerstandswert des Widerstandes von R3 reduziert. Als Folge der Durchschaltung des zweiten Schaltelementes T2 kann jetzt der überschüssige Stromanteil IK über den Einkoppelkondensator CK2 und den Dämpfungswiderstand RD direkt zum Massepotential M abgeleitet werden. Durch die Ableitung des überschüssigen Stromanteils IK wird vermieden, daß die Spannung am Querkondensator CF im Eingangsfilter E ansteigt. Ein Anstieg der Spannung am Querkondensator CF in dem Eingangsfilter E würde zur Folge haben, daß ein geringerer Strom IU bei konstanter Ausgangsleistung des Umrichters U nötig wird. Bei konstanter Ausgangsleistung des Umrichters U würde das wiederum bedeuten, daß ein erhöhter Stromanteil nötig wäre.

Sinkt die Spannung am Querkondensator CF des Eingangsfilter E infolge eines durch einen in der Längsinduktivität LF eingepprägten fehlenden Stromanteils IZ des Stromes IE, so wird diese Verringerung der Spannung über den Einkoppelkondensator CK1 ebenso an den ersten Eingang des Operationsverstärkers V1 weitergeleitet. Durch die am ersten Eingang des Operationsverstärkers V1 anliegende Spannung wird an den Ausgang des Operationsverstärkers V1 das Spannungspotential der Hilfsspannungsquelle UH angelegt. Über die Serienschaltung, gebildet aus dem dritten Widerstand R3, dem Dämpfungswiderstand RD und dem Einkoppelkondensator CK2 kann nun der in Strom IE fehlende Stromanteil IZ zusätzlich dem Umrichter U zugeführt werden. Der jetzt in den Umrichter U fließende Strom IU setzt sich aus IE+IZ zusammen. Übersteigt der in den Umrichter U eingespeiste Strom IZ einen vorgegebenen Wert, so wird, bedingt durch das am dritten Widerstand R3 anliegende Spannungspotential, das erste Schaltelement T1 durchgesteuert. Aufgrund der Durchsteuerung der Regelstrecke EM1, C1 des ersten Schaltelementes T1 liegt das Spannungspotential der Hilfsspannungsquelle UH direkt am Dämpfungswiderstand RD und aufgrund des jetzt überbrückten dritten Widerstandes R3 fließt ein höherer zusätzlicher Strom IZ in den Umrichter U.

Durch diese Schaltungsvariante wird vermieden, daß die Spannung am Querkondensator CF im Eingangsfilter E abfällt. Würde die Spannung am Querkondensator CF abfallen, so würde aufgrund der vom Umrichter U zu liefernden konstanten Ausgangsleistung wiederum ein erhöhter Strom IE benötigt.

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Unterdrückung störender Rückwirkungen eines Umrichters (U), mit einem an den Eingängen des Umrichters (U) angeordneten mit einer Längsinduktivität (LF) und Querkapazität (CF) gebildeten Eingangskreis (E) zur Unterdrückung der störenden Rückwirkungen von dem Umrichter (U) auf eine mit den Eingängen des Eingangskreises (E) verbundenen Spannungsquelle (UE), **dadurch gekennzeichnet**, daß eine mit einem Abgriffspunkt (A1) zwischen der Längsinduktivität (LF) und der Querkapazität (QF) verbundene, eine Quelle (UH) oder Spannungssenke (M) mit einem Eingang (E1) des Umrichters (U) verbindende Entscheidungseinheit (QSE) vorgesehen ist, die den in den Umrichter (U) fließenden Strom (IE) überwacht und einen überhöhten Stroman-

teil (IK) über die Spannungssenke (M) ableitet oder einen zu geringen Strom durch einen Stromanteil (IZ) aus der Quelle (UH) in den Umrichter (U) ergänzt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle (UH) eine Spannungsquelle ist. 5

3. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auskoppel-  
einheit (AK) zwischen dem Abgriffspunkt (A1) und der Entscheidungseinheit (QSE) angeordnet ist. 10

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Auskoppel-  
einheit (AK) aus einer Serienschaltung aus einer Auskoppelkapazität (CK1) und einem ersten Widerstand (R1) gebildet ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einkoppelein-  
heit (EK) zwischen einem Ausgang der Entscheidungseinheit (QSE) und dem Umrichter (U) angeordnet ist. 15

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einkoppeleinheit (EK) mit einer  
Serienschaltung aus einem Dämpfungswiderstand (RD) und einer Einkoppelkapazität (CK2) gebildet ist. 20

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Ausgang der  
Entscheidungseinheit (QSE) und der Einkoppeleinheit (EK) eine Verstärkereinheit (VQS) angeordnet ist. 25

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der Entscheidung-  
einheit (QSE) ein Operationsverstärker (V1) angeordnet ist, dessen erster Eingang mit einem Abgriffspunkt (AG) zwischen dem Auskoppelkondensator (CK1) und dem ersten Widerstand (R1) und an dessen zweitem  
Eingang über eine Referenzspannungsquelle (UREF) ein einem Massepotential (M) entsprechendes Span-  
nungspotential anliegt und daß der Ausgang der Entscheidungseinheit (QSE) über einen dritten Widerstand (R3) mit einem Eingang des Einkoppelelementes (EK) verbunden ist. 30

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steuereingang (B1, B2) eines  
ersten und zweiten Schaltelementes (T1, T2) mit dem Ausgang des Operationsverstärkers (V1) verbunden  
ist, daß ein Eingang (EM1, EM2) der Regelstrecke (EM1, C1; EM2, C2) des ersten und zweiten Schaltelementes (T1, T2) mit dem Eingang des Einkoppelelementes (EK) verbunden ist, 45

daß ein Ausgang (C1) der Regelstrecke (EM1, C1) des ersten Schaltelementes (T1) mit der Hilfsspannungs-  
quelle (UH) verbunden ist, und 50

daß an einem Ausgang (C2) des zweiten Schaltelementes (T2) mit dem Massepotential (M) anliegt.

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Eingang des Ope-  
rationsverstärkers (V1) mit einer Parallelschaltung, bestehend aus einer Kapazität (C2) und einem Wider-  
stand (R2), mit dem Eingang der Einkoppeleinheit (EK) verbunden ist. 55

11. Verfahren zur Unterdrückung störender Rückwirkungen von einem Umrichter (U), der über einen eine  
Längsinduktivität (LF) und eine Querkapazität (CF) aufweisenden Eingangskreis (E) mit einer Spannungs-  
quelle (UE) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein in den Umrichter (U) fließender Strom (IE) überwacht und ein überhöhter Stromanteil (IK) über  
eine Spannungssenke (M) abgeleitet oder ein zu geringer Strom (IE) durch einen Stromanteil (IZ) in den Um- 65

richter (U) aus einer Quelle (UH) ergänzt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

**FIG 1**

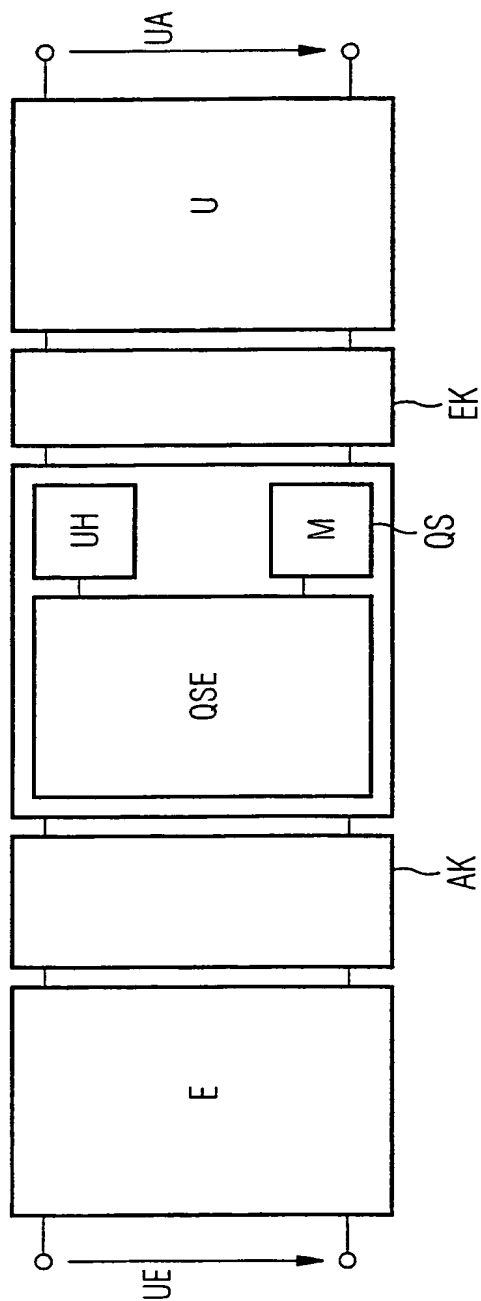
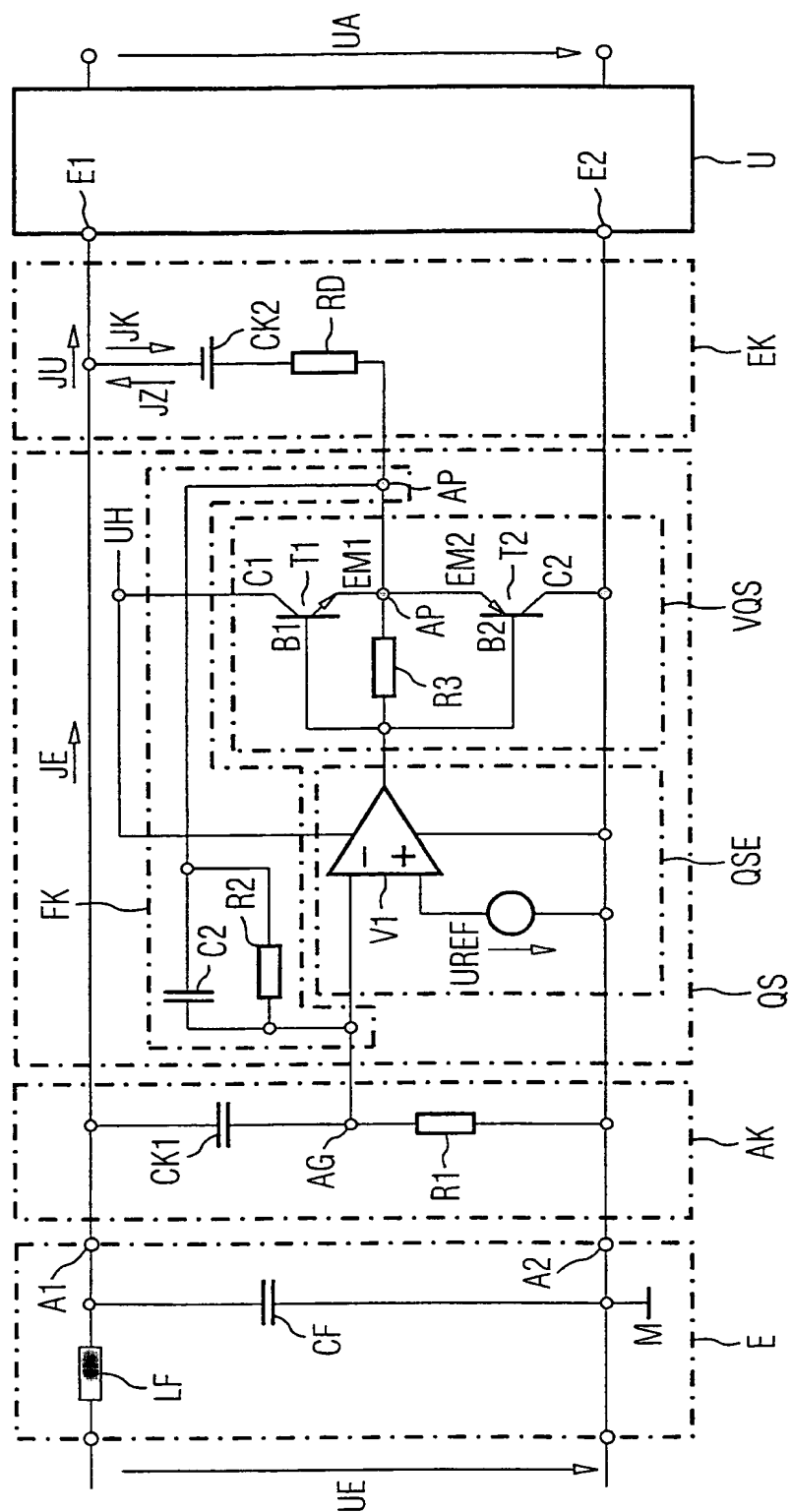


FIG 2



**No English title available**

Patent Number: DE19741430  
Publication date: 1999-04-01  
Inventor(s): GEIGER ROBERT DIPL ING (DE)  
Applicant(s): SIEMENS AG (DE)  
Requested Patent: DE19741430  
Application Number: DE19971041430 19970919  
Priority Number(s): DE19971041430 19970919  
IPC Classification: H02M1/12; H02M1/08  
EC Classification: H02M1/15  
Equivalents: WO9916165

---

**Abstract**

---

In order to suppress disturbing feedback from a converter on a voltage source connected to the inputs of the input circuit, the voltage flowing into the converter is monitored and a high voltage current is diverted via a sink or a weak current component in the converter is supplemented by a source in order to actively compensate a negative differential input resistance of a converter.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO: WMP-IFT-648

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: F. Klotz et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100